

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-180838

(43)Date of publication of application : 18.07.1995

(51)Int.Cl. F23R 3/50
 F02C 7/18
 F02C 7/22
 F02C 7/232
 F23R 3/12
 F23R 3/26
 F23R 3/28
 F23R 3/30

(21)Application number : 06-173420

(71)Applicant : MOWILL R JAN

(22)Date of filing : 30.06.1994

(72)Inventor : MOWILL R JAN

(30)Priority

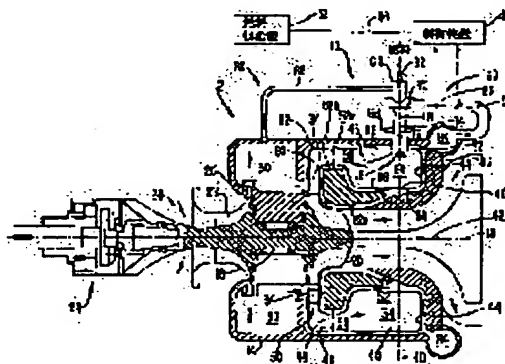
Priority number : 93 86883 Priority date : 07.07.1993 Priority country : US

(54) SINGLE STAGE PREMIXED CONSTANT FUEL/AIR RATIO COMBUSTOR SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a combustion system being used for radial turbine type gas turbine module drastically reduced with NOx and CO level.

CONSTITUTION: An annular combustor system 10 has an annular housing 40 defining a single stage combustor, an external fuel/air premixer system 60 having a mixing chamber 52 and a compressed air valve 90 and a fuel valve 92 both under the control of a control means 94, and provides a preselected lean fuel/air ratio mixture for introduction to the combustion zone 54 of the annular housing. Compressed air conduits 80 are used to channel a portion of the total compressed air flow to the premixer and the remainder to the dilution zone 56 of the combustor. A fuel conduit 66 is used to deliver all of the fuel to the premixer. Convection cooling of the annular housing is accomplished using compressed air without diluting the fuel air ratio in the combustion zone. The axis of the venturi 68, of which inlet is sprayed with fuel by nozzles 64, is aligned substantially tangentially to the annular housing axis 42 to provide a swirling admission of the premixed fuel/air mixture to the combustion zone.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 28.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

NOT AVAILABLE COPY

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3527779

[Date of registration] 27.02.2004

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-180838

(43)公開日 平成7年(1995)7月18日

| (51)IntCl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|-------------------------|-------|--------|-----|--------|
| F 2 3 R | 3/50 | | | |
| F 0 2 C | 7/18 | E | | |
| | 7/22 | C | | |
| | 7/232 | B | | |
| F 2 3 R | 3/12 | | | |

審査請求 未請求 請求項の数21 F D (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-173420

(22)出願日 平成6年(1994)6月30日

(31)優先権主張番号 08/086,883

(32)優先日 1993年7月7日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 594125820

アール. ジャン モウィル

R. Jan Mowill

オランダ国、7550 エービー ヘンゲロ、

オパールストラート 60-ビー. オー. ボ
ックス838

(72)発明者 アール. ジャン モウィル

オランダ国、7550 エービー ヘンゲロ、

オパールストラート 60-ビー. オー.
ボッ クス838

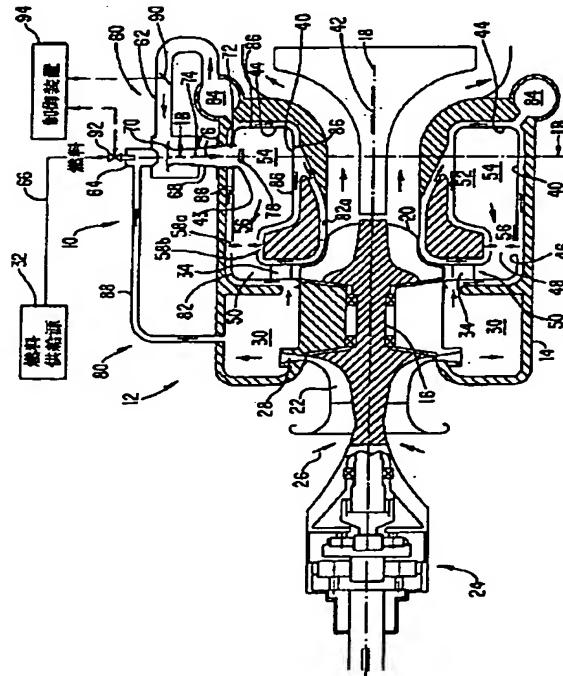
(74)代理人 弁理士 高石 橋馬

(54)【発明の名称】 一定の燃料/空気比で作動する単段予備混合式燃焼器システム

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 NO_x 及びCOレベルを著しく下げるラジアルタービン型ガスタービンエンジン・モジュールで使用する燃焼システムの提供。

【構成】 環状燃焼器システム10は、単段燃焼器を形成する環状ハウジング40と、混合チャンバー52を有する外部の燃料/空気プレミキサー60と、制御手段94により制御される圧縮空気弁90及び燃料弁92とを有し、所定の希薄燃料/空気比の混合物を環状ハウジングの燃焼域54へ導入する。導管80を使用して、全圧縮空気流の一部をプレミキサーに、残部を燃焼器の希釈域56に導く。導管66を使用して、全燃料をプレミキサーに送給する。環状ハウジングの対流冷却は、燃焼域内の燃料/空気比を低下せずに圧縮空気を使用して達成される。燃料ノズル64から燃料が入口にスプレーされるベンチュリー68の軸線74は、環状ハウジングの軸線42に対して接線方向にあり、予備混合された燃料/空気混合物を燃焼域に渦巻き状態で入る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧縮空気供給源及び燃料供給源とともに作動するための燃焼器システムにおいて、(a) 単段燃焼チャンバーを形成する円筒形の燃焼器ライナー・ハウジングであって、前記ハウジングは軸線を有するとともに、チャンバーの軸線方向一端に近接する少くとも1つの吸入ポートを有し、軸線方向一端に隣接するチャンバー部分は、単段燃焼域と、チャンバーの軸線方向対向端部における排出ポートとを有し、軸線方向対向端部に隣接する前記チャンバー部分は希釈域を有し、前記ハウジングはまた前記希釈域に連通する開口部手段を有するハウジングと、(b) 前記円筒形ハウジングの外側に配置されて、圧縮空気吸入手段と、燃料吸入手段と、吸入した圧縮空気及び燃料を混合して前記吸入ポートより前記燃焼域に送給するプレミキサーチャンバー手段とを有する少くとも1つの燃料／空気プレミキサーと、(c) 前記圧縮空気供給源と前記プレミキサーとを連結する第一導管手段であって、前記プレミキサーで圧縮した空気を吸入する手段とともに、圧縮空気の一部を前記プレミキサーに送給する圧縮空気流路を形成し、さらに圧縮空気の実質的な残留部分を前記開口部手段に送給する第一導管手段と、(d) 前記圧縮空気流路に配置されて、前記プレミキサーに入れる圧縮空気の流量を実質的に定める第一弁手段と、(e) 前記燃料供給源と前記燃料吸入手段とを連結し、前記燃料吸入手段とともに、プレミキサーに入る全燃料用流路を形成する第二導管手段と、(f) 前記燃料流路に配置されて、そこを流れる燃料の流量を定める第二弁手段と、(g) 前記第一弁手段及び前記第二弁手段に接続して、前記プレミキサーに入る圧縮空気部分及び燃料のそれぞれの流量を実質的に制御する制御手段であって、実質的に燃焼器システムの全作動範囲にわたって、所定の希薄燃料／空気比の混合物を前記吸入ポートを経て前記燃焼域に送給する制御手段とを有することを特徴とする燃焼器システム。

【請求項2】 請求項1に記載の燃焼器システムにおいて、前記第一導管手段は、前記燃焼域を形成する前記円筒形ハウジングの部分で少くとも圧縮空気の残部で対流的に冷却する少くとも1つの流路を有し、前記流路を流れる圧縮空気は前記ハウジング部分により、前記燃焼域から隔離されることを特徴とする燃焼器システム。

【請求項3】 請求項2に記載の燃焼器システムにおいて、前記第一導管手段は、さらに対流冷却のために前記ハウジング部分に前記プレミキサー圧縮空気吸入手段に流入する圧縮空気の一部を送給することを特徴とする燃焼器システム。

【請求項4】 請求項1に記載の燃焼器システムにおいて、前記第一弁手段は、前記プレミキサー圧縮空気吸入手段と統合されていることを特徴とする燃焼器システム。

【請求項5】 請求項1に記載の燃焼器システムにおい

て、前記プレミキサーチャンバーは、入口と、出口と、流れ方向軸線とを有するベンチュリーを有し、前記ベンチュリー入口は、前記圧縮空気吸入手段及び前記燃料吸入手段に流体連通し、前記出口は、燃料／空気混合物を前記燃焼域に送給するために前記ハウジング吸入ポートに連結し、前記ベンチュリーの流れ方向軸線は、前記ハウジングの軸線に対して実質的に接線方向であることを特徴とする燃焼器システム。

【請求項6】 請求項5に記載の燃焼器システムにおいて、前記プレミキサー燃料吸入手段は、実質的に前記ベンチュリーの軸線に沿って前記ベンチュリー入口に燃料流を導くように位置する少くとも1つの燃料ノズルを有することを特徴とする燃焼器システム。

【請求項7】 請求項6に記載の燃焼器システムにおいて、前記プレミキサー燃料ノズルは、燃料及び空気の初期予備混合をするエアブラスト・ノズルであり、前記第一導管手段は、圧縮空気供給源と前記エアブラスト・ノズルとを直接に連結する導管部材を有することを特徴とする燃焼器システム。

【請求項8】 請求項7に記載の燃焼器システムにおいて、燃料が液体燃料であり、前記エアブラスト・ノズルが前記ベンチュリー入口に入る前に液体燃料の噴霧化を行うことを特徴とする燃焼器システム。

【請求項9】 請求項6に記載の燃焼器システムにおいて、前記プレミキサー燃料吸入手段は、唯一の燃料ノズルを有することを特徴とする燃焼器システム。

【請求項10】 請求項6に記載の燃焼器システムにおいて、前記燃料ノズルは、圧縮空気の最適流入路を与えるために、前記ベンチュリー入口から軸線方向に離隔しており、かつ前記流入路に流れ平滑化部材が設けられていることを特徴とする燃焼器システム。

【請求項11】 請求項1に記載の燃焼器システムにおいて、前記燃焼域に燃料／空気混合物を送給する唯一の燃料／空気プレミキサーを有することを特徴とする燃焼器システム。

【請求項12】 請求項1に記載の燃焼器システムを有するガスタービンエンジン・モジュールであって、さらに空気圧縮器手段と、前記空気圧縮器手段と連絡してそれを作動するタービン手段と、前記排出ポートと前記タービン手段とを連通させる排気ガス流路とを有し、前記第一導管手段は、前記空気圧縮器手段と連結し、前記空気圧縮器から来る圧縮空気の実質的に全ての残留部分は、前記タービンの上流側で前記排出流路に入り、前記制御手段は、ガスタービンエンジン・モジュールの実質的な全作動範囲にわたって前記所定の希薄燃料／空気比を与えることを特徴とするガスタービンエンジン・モジュール。

【請求項13】 請求項1に記載の燃焼器システムを有するガスタービンエンジン・モジュールであって、さらにタービンと、前記排出ポートから前記タービンに燃焼ガ

スを導く排出流路と、前記タービンの上流側で前記排出流路に配置された入口案内ベーンとを有し、前記ベンチュリーの軸線は前記タービンの回転軸方向に対して実質的に接線方向にあり、もって前記入口案内ベーンは空力学的に部分的にアンロードされることを特徴とするガスタービンエンジン・モジュール。

【請求項14】 NO_x、未燃焼燃料及び燃料副生物を最小にするガスタービンエンジン・モジュールの作動方法において、軸線を有するとともに燃焼チャンバーを形成する円筒形ハウジングを有するエンジン・モジュールであって、前記ハウジングはその軸線方向一端に近接する少なくとも1つの吸入ポートを有し、ハウジングの軸線方向一端に隣接するチャンバー部分は燃焼域と、排出ポートと、ハウジングの軸線方向他端に近接する開口部手段とを有し、前記ハウジングの他端に隣接するチャンバー部分は希釈域を有するエンジン・モジュールを使用し、(1) 圧縮空気流及び燃料流を前記ハウジングの近傍に供給し、(2) 全燃料流を前記ハウジングの外側の圧縮空気流の一部と連続的に予備混合し、得られた燃料/空気混合物をハウジング吸入ポートを経て前記燃焼域に注入し、その際混合物の方向を前記ハウジングの軸線の回りに渦巻く燃焼を起こす方向とし、(3) 圧縮空気流の残部を前記開口部手段より前記希釈域に入れ、(4) 燃料流量及び圧縮空気部分流量を制御して、実質的にガスタービンエンジン・モジュールの全作動範囲にわたって、前記燃料/空気混合物を実質的に所定の希薄燃料/空気比とすることを特徴とする方法。

【請求項15】 請求項14に記載のガスタービンエンジン・モジュールの作動方法において、燃焼域を形成するハウジング部分を少なくとも圧縮空気流の残部で対流的に冷却するとともに、前記燃焼域内で燃料/空気混合物の所定の希薄燃料/空気比を維持することを特徴とする方法。

【請求項16】 請求項15に記載のガスタービンエンジン・モジュールの作動方法において、圧縮空気流の大部分を前記対流冷却工程に使用することを特徴とする方法。

【請求項17】 請求項14に記載のガスタービンエンジン・モジュールの作動方法において、前記連続的な予備混合工程は、全燃料流及び圧縮空気流の一部をベンチュリー入口に供給する工程を有し、かつ前記燃料/空気混合物がベンチュリー出口から前記ハウジングの軸線に対して実質的に接線方向に前記燃焼域に入るように、前記ベンチュリーの軸線の方向を定めることを特徴とする方法。

【請求項18】 請求項14に記載のガスタービンエンジン・モジュールの作動方法において、液体燃料流を供給し、燃料供給工程は、ベンチュリー入口に入る前に燃料を噴霧化する予備工程を有することを特徴とする方法。

【請求項19】 ガスタービンエンジン・モジュールの燃焼器に供給する燃料及び圧縮空気を予備混合する装置に

において、(a) 圧縮空気吸入手段と、(b) 前記圧縮空気吸入手段に連結する入口とともに、軸線を有するベンチュリーと、(c) 実質的に前記ベンチュリーの軸線に沿って前記ベンチュリー入口に燃料スプレーを送給する位置にノズル出口が配置された燃料ノズル手段と、(d) 前記圧縮空気吸入手段に組み込まれ、前記ベンチュリー入口に入る圧縮空気の流量を定める弁手段とを有することを特徴とする装置。

【請求項20】 請求項19に記載の装置において、前記圧縮空気吸入手段は、ハウジングと、前記ハウジングを圧縮空気の流路に関して上流コンパートメントと下流コンパートメントとに分割するとともに開口部を有する分割板とを有し、前記弁手段は、前記開口部内に回転自在に取り付けられ、開放位置（前記開口部を通る圧縮空気の流れは実質的に妨害されず、フルスロットル状態に相当する）と、閉塞位置（前記開口部を通る圧縮空気の流れは実質的に妨げられ、アイドリングに相当する）との間で可動である弁板を有し、前記下流のハウジング部分は、前記燃料ノズル出口及び前記ベンチュリー入口を包囲していることを特徴とする装置。

【請求項21】 請求項20に記載の装置において、前記圧縮空気吸入手段はさらに、前記下流のコンパートメント内に位置して前記ベンチュリー入口を包囲し、もって前記ベンチュリー入口に入る圧縮空気流を平滑化する多孔部材を有することを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ごく僅かな窒素酸化物又は一酸化炭素しか発生しないガスタービンエンジン又はその他の熱機関用の燃焼システムに関し、特にガスタービンエンジン・モジュールで燃料を燃焼するシステム、方法及び装置であって、燃焼前（さらに必要に応じて液体燃料を完全に揮発させる前）に燃料と空気を十分に予備混合するとともに、全てのエンジン作動条件で燃焼域にほとんど一定の燃料/空気比を与えることにより、NO_x及びCOのレベルを著しく下げるものに関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 ガスタービンエンジンは、大気中に多量の窒素酸化物を放出することはないが、ガスタービンエンジンから放出される窒素酸化物の量を減らすことは窒素酸化物の全量を減らすことになり、その点で多くの国は窒素酸化物の放出量を制限する法律を制定している。大気中で窒素酸化物を生成する窒素と酸素の反応は、ほとんど全ての化学反応と同様に、温度が高くなるに従って速く進行する。生成したNO_xの量を制限する1つの方法は、反応温度を制限することである。NO_xは通常サイクル中に最高温度が存在するガスタービンエンジンの燃焼工程で発生するので、NO_xの生成量を制限する1つの方法は、燃焼温

度を制限することである。

【0003】燃料及び空気を導入する唯一の燃焼域を有する単段燃焼器、及び別々の燃料及び空気導入手段を有するいくつかの直列に連結した燃焼域を使うパイロット・バーナーを具備する「多段式」燃焼器の両方において、燃焼温度及びそれによる NO_x の生成を制限するために種々の試みがなされている。米国特許第4,994,149号、米国特許第4,297,842号及び米国特許第4,255,927号は、環状燃焼器の燃焼域及び希釈域への圧縮空気の流れを制御して、タービン排気ガス中の NO_x の濃度を減少させる単段ガス・タービン燃焼器を開示している。上記燃焼器において、ほとんど混合されていない燃料と空気は別々に燃焼器に入り、次いで混合及び燃焼が同じチャンバー内で起こる（特開昭55-45739号を参照）。米国特許第5,069,029号、米国特許第4,898,001号、米国特許第4,829,764号、及び米国特許第4,766,721号は二段燃焼器を開示している。同様に独国実用新案第9921585.0号を参照。しかし、燃料及び空気は、少なくとも部分的に未混合の状態では各段に供給され、完全な混合はそれぞれの燃焼域内で起こる。

【0004】また、予備混合された燃料／空気を燃焼器に供給するために別々のプレミキサーチャンバーを利用する試みも行われている。特開昭57-41524号は、多段式の缶型燃焼器へ導入する全燃料流の一部を別の混合チャンバー中で混合する燃焼器システムを開示している。米国特許第5016443号においては、環状プレミキサーチャンバーに燃料を注入するために、多数の別々の燃料ノズルが使われている。しかし、複数の燃料ノズル及び燃料分岐装置を使う上記構造は、複雑なために制御が困難となるだけでなく、初期コストが高いという問題がある。

【0005】従って、本発明の目的は、ガスタービンエンジン・モジュールとともに使用する燃焼器装置であって、ガスタービンエンジン・モジュールの全作動期間中に NO_x 、未燃焼燃料及び燃料副生物の放出量を低下させる燃焼器装置を提供することである。本発明の別の目的は、多数の別々のプレミキサーとマッチさせる必要がないために、他の従来の環状燃焼器システムと比較して複雑でなく、操作が容易で、装置の初期コストが低く、燃料／空気比の制御性が非常に改善された装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本明細書に具体化に記載する本発明において、圧縮空気供給源及び燃料供給源とともに作動する燃焼器システムは、単段燃焼器を形成する円筒形ハウジングを有し、ハウジングは軸線を有するとともに、チャンバーの軸線方向一端に近接する少なくとも1つの吸入ポートを有し、前記チャンバーの軸線方向一端に隣接するチャンバー部分は、燃焼域を有する。ハウジングはまた、チャンバーの軸線方向対向端部に排出

ポートを有し、軸線方向対向端部に隣接するチャンバー部分は希釈域を有する。ハウジングはまた、希釈域に開口する開口部手段を有する。燃焼器システムはまた、ハウジングの外側に配置されて圧縮空気を吸入する少なくとも1つの燃料／空気プレミキサーと、燃料吸入手段と、吸入された圧縮空気及び燃料を混合して吸入ポートより燃焼域に供給するプレミキサーチャンバー手段とを有する。燃焼システムはまた、圧縮空気供給源とプレミキサーとを連結する第一導管手段を有し、プレミキサーで圧縮された空気を吸入する手段により、圧縮空気の一部をプレミキサーに供給するとともに圧縮空気の実質的な残留部分を開口部手段に供給する圧縮空気流路を形成する。

【0007】燃焼器システムは、さらに燃料供給源とプレミキサー燃料吸入手段とを連結する第二の導管手段を有し、プレミキサー燃料吸入手段とともに、全ての燃料をプレミキサーに供給するための流路を形成する。燃焼器システムはさらに、圧縮空気流路に配置されて圧縮空気流量を定める第一弁手段と、燃料流路に配置されて燃料流量を定める第二弁手段とを有する。燃焼器システムはさらに、吸入ポートより燃焼域に所定の希薄燃料／空気比の混合物を送給するために、プレミキサーに供給する圧縮空気部分及び燃料のそれぞれの流量を実質的に制御する第一及び第二弁手段に連結した制御手段を有する。

【0008】好ましくは、プレミキサーチャンバー手段は、入口、出口及び流れ方向軸線を有するベンチュリーを有する。ベンチュリー入口は圧縮空気吸入手段及び燃料吸入手段に流体結合しており、ベンチュリー出口は燃料／空気混合物を燃焼域に供給するためにハウジング吸入ポートに連結している。燃焼域で渦流燃焼パターンを提供するために、ベンチュリーの流れ方向は円筒形ハウジングの軸線に対して実質的に接線方向である。

【0009】また、プレミキサー燃料吸入手段は、実質的にベンチュリーの軸線に沿ってベンチュリー入口に燃料流を導くように配置された単一燃料ノズルを有し、燃料ノズルは、ベンチュリー入口に圧縮空気を供給する入口流路を形成するためにベンチュリー入口から軸線方向に離隔しており、また流れ平滑化部材はベンチュリー入口の流路に位置させるのが好ましい。

【0010】本明細書において広範に記載する本発明はまた、 NO_x 、未燃焼燃料及び燃料副生物を最小にするガスタービンエンジン・モジュールの作動方法を提供する。この型のガスタービンエンジン・モジュールは、軸線を有し燃焼チャンバーを形成する円筒形ハウジングを有し、ハウジングは、軸線方向一端に近接する少なくとも1つの吸入ポートを有し、軸線方向一端に隣接するチャンバー部分は、燃焼域、排出ポート及び軸線方向他端に近接する開口部手段を有する。軸線方向他端に隣接したチャンバー部分は希釈域を含む。

【0011】本発明の方法は、圧縮空気流及び燃料流をハウジングの付近に供給し、燃料流の全部をハウジングの外側の圧縮空気流の一部と連続的に予備混合し、ハウジングの軸線の廻りに渦巻くように燃焼させる方向及び速さで、燃料／空気混合物をハウジング吸入ポートより燃焼域に注入し、圧縮空気流の残部を開口部手段より希釈域に入れ、ガスタービンエンジン・モジュールの実質的に全作動範囲にわたって混合物を実質的に所定の希薄燃料／空気比とするために、燃料流量及び圧縮空気部分流量を制御する工程を有する。

【0012】上記発明の技術的意義は、燃焼工程の力学的考察から分かる。排気ガス中の窒素酸化物の量は以下の式：

$$\text{NO}_x = 3.2 \times 10^{-6} \times \text{EXP}(7.97 \times 10^{-3} \times T) \cdot P^{-2}$$

(ただし、Tは°Kで表した炎温度であり、NO_xは、燃焼域から流出する窒素酸化物(NO₂として表わす)の濃度(体積ppmで表わす)であり、Pは気圧(atmで表す)である。)により表すことができる。炎温度は、完全に予備混合された混合物の燃料／空気比と、燃焼器入口における空気及び燃料の温度との関数である。純粋な燃料に対して炎温度が約2550°ランキン(1417°K)を超える場合、あるいは窒素のような非燃焼性希釈剤を含んでいる燃料に対して炎温度が約2550°ランキン(1417°K)より僅かに高い場合、燃焼器中の炎が燃え続けることが、経験的に分かった。しかし、このレベルでは炎は消える寸前であり、一酸化炭素の放出量は多い。

【0013】両汚染源のレベルを許容範囲内に低くするために、燃焼器入口温度に関連して、約2800~3000°ランキン(1556~1667°K)の炎温度を出す燃料／空気比を形成するのが望ましい。NO_xレベルをさらに低減するために希釈空気を加える前では、NO_xレベルは1気圧当たり0.8~2.0ppmv(体積ppm)であることが上記式から分かる。これらの温度で一酸化炭素レベルは20ppmv未満であり、より高い圧力ではさらに低いことが、経験的に分かった。

【0014】本発明の燃焼チャンバー中での一定の燃料／空気比は、プレミキサーへの空気流を燃料流量と比例させるように調節することにより得られる。燃料が液滴又は拡散ガス炎として燃やされるとき、燃焼はほぼ化学量論的値で進み、局所的な温度は非常に高く、もって過剰なNO_xを生成するので、平均の温度を制限するだけでは十分でないことが経験的に分かった。NO_xの生成量を最低にするために、本発明の環状燃焼器は、燃焼チャンバー自身から隔離したベンチュリーチャンバー中で、全ての燃料及び燃焼空気を完全に予備混合し、液体燃料を使用する場合には、燃料及び空気を予備混合する前に液体燃料を蒸発させる。ある種のガスタービンエンジン(主として、定速で運転しなければならないので単一シャフトで直列的に連結した発電装置用)では、空気流量

は出力レベルに関係なくほとんど一定であり、また別のガスタービンエンジン(例えば、フリータービンユニット及び推進力ユニット等用)では、空気流量は出力レベルの低下とともに減少する。両型のユニットに対して一定の燃料／空気比を維持するためには、燃料弁に結合して、ほとんど一定の燃料／空気比を与えるのに必要な空気量を提供する空気弁を設ける必要がある。明らかに、空気弁は2つのタイプのエンジンでは異なるが、原理は同じである。

【0015】本発明では、効果的に一酸化炭素及び炭化水素を燃やすために、唯一の燃焼域を使い、燃料／空気比及び炎温度は常に十分に高い。従って、本発明では、燃焼の各段間に移行域ができないようにすることにより、窒素酸化物の生成量が低いのみならず、一酸化炭素及び未燃焼炭化水素の放出量も低い。本発明は唯一の燃焼域を有するので、第一及び第二燃焼域(多段式燃焼器)を分離したり、そのような分離部分を冷却する必要がない。また、パイロット炎又は関連装置を使用することも必要でない。さらに、正確な1つの燃料制御弁及び精度及び漏洩に関して許容度が大きい1つの空気制御弁を有することにより、システムの制御が非常に単純化される。

【0016】本明細書において特に詳細に記載する燃料／空気混合装置では、出口での燃料／空気重量比がほとんど均一である。もちろん、ベンチュリー内のどの地点においても、軸線方向速度を炎が乱流となる速度より早く保つことが必要であり、燃料／空気混合系内で再循環を防止することが必要である。これらの必要条件が満たされるならば、燃料／空気混合物が予備混合装置を出る前に、燃焼が起こることはない。

【0017】本発明の他の目的及び利点を以下に説明するが、その他の点は以下の記載及び本発明の実施から明らかになる。本発明の目的及び利点は、特許請求の範囲の欄に記載した装置及び組合せから理解することができ、またそれらにより達成することができる。

【0018】

【実施例】添付図面に示す本発明の好ましい実施例を以下に説明する。

【0019】図1は、参照番号10により一般的に示す本発明の燃焼器システムを示す。図示の燃焼器システム10は、ラジアルガスタービンエンジン・モジュール12とともに使用するものである。ガスタービンエンジン・モジュール12は、軸線18の回りに回転できるシャフト16が内部に取り付けられた加圧ハウジング14を有する。シャフト16の一端にラジアルタービン20が取り付けられており、ラジアルタービン20は、シャフト16の他端に取り付けられた遠心圧縮器22を駆動する。図1に示す構造では、ガスタービンエンジン・モジュール12のパワーは、遠心圧縮器22に近接する機械的連結装置(24で一般的に示す)から取り出す。しかし、本発明の燃焼器システム

及びガスタービンエンジン・モジュールは、「フリー出力タービン」(図示せず)又は当業者に明らかな他のタービン・エンジンと組み合わせて使用することもできる。また、本発明はラジアルガスタービンエンジン・モジュールとともに使用する場合に限られるものではなく、少くとも最も広い意味でアキシアルタービンエンジン・モジュール又はアキシアルラジアル混合型タービンエンジン・モジュールとともに使用することもできる。

【0020】続いて図1を参照して、ガスタービンエンジン・モジュール12は、一般的に以下のように作動する。矢印26により示す方向に遠心圧縮器22に導入された空気は、遠心的に加速され、ディフューザー28に入って静的圧力を増大する。ディフューザー28から出た圧縮空気は、プレナム・チャンバー30に集められ、次いでプレナム30から出た圧縮空気は、燃焼器システム10のプレミキサー60により、燃料供給源32から来る燃料と混合され、熱い排気ガスを生成する。熱い排気ガスは、入口案内ベーン34を経てラジアルタービン20に流入し、そこでパワーが得られる。タービン20から出る排気ガスは、大気中に放出されるか、あるいは以降のエンジン・モジュールに供給される。フリー出力タービン配列の場合、タービン20から出たガスは、一層大きなパワーを出力させるためにフリー出力タービンに供給される。

【0021】本発明によれば、燃焼器システムは、燃焼チャンバーを形成する円筒形ハウジングを有し、ハウジングは軸線を有するとともに、チャンバーの軸線方向一端に近接する少くとも1つの吸入ポートを有する。重要なことに、チャンバーの軸線方向一端に隣接するチャンパー部分は、単段燃焼域を有する。排気はチャンバーの軸線方向対向端部に位置し、チャンバーの軸線方向対向端部に隣接する燃焼チャンパー部分は希釈域を有する。ハウジングは、さらに希釈域と連通する希釈ポートの形状の開口部手段を有する。

【0022】本明細書で具体的に説明し、図1に示すように、燃焼器システム10は、ほぼトロイダル状の環状燃焼器ライニングハウジング40を有する。図1の好ましい実施例では環状ハウジングを図示しているが、「缶型」の円筒形ハウジングもまた使用可能である。ハウジング40は加圧ハウジング14内にあり、その軸線42は実質的にガスタービンエンジン・モジュールの軸線18と一致する。ハウジング40は、吸入ポート43を除いて軸線方向端部44で閉じられているが、軸線方向端部46では開放して環状排出ポート48を形成している。排出ポート48は、入口案内ベーン34を有するチャンネル50を介してラジアルタービン20と流体連通している。

【0023】さらに図1を参照して、ハウジング40により形成されたトロイダル状のチャンパー52は、異なる作用を有する2つのほぼ軸線方向のセクションを有する。軸線方向一端44に隣接するセクション54は単段燃焼域を

有し、ハウジング端部46に隣接するセクション56は希釈域を有する。希釈域56に開口するハウジング40に、複数の開口部58a、58bが設けられている。ハウジングの軸線42を基準として、希釈ポート58aはハウジング40の外周面に形成された一連の開口部であり、希釈ポート58bはハウジング40の内周面に形成された一連の開口部である。開口部手段は、一般的に圧縮空気導管手段(以下にさらに詳細に記載する)から来る圧縮空気を燃焼チャンパー52の希釈域56に導入するための希釈ポート58a及び58bを有する。しかし、希釈用開口部は、燃焼器ライナーの内外壁の両方に設ける必要はなく、例えば希釈用空気的全流量に適応した大きさの開口部58bを使用すれば、開口部58aを省略することができる。

【0024】さらに本発明では、円筒形ハウジングの外側に配置された少くとも1つの燃料/空気プレミキサーは、圧縮空気流の一部を燃料と混合して燃料/空気混合物を生成し、その混合物を吸入ポートを通して燃焼域に供給する。燃料/空気プレミキサーは、圧縮空気吸入手段、燃料吸入手段、及び吸入した圧縮空気の流れを滑らかにするとともに吸入した圧縮空気を燃料と混合するためのチャンパー手段を有する。本明細書で具体的に記載するように(図1を参照)、燃焼システム10は、さらに参照番号60により一般的に示す単一の燃料/空気プレミキサーを有する。プレミキサー60は、以下に一層詳細に記載する導管手段から圧縮空気吸入ハウジング組立体62、及び燃料ライン66を通して燃料供給源32から燃料を吸入する単一燃料ノズル64を有する。図1に示す燃料ノズル64は、液体燃料とともに使用する場合に噴霧化及び蒸発の促進に特に有利な「エアブラスト」型燃料ノズルである。しかし、気体燃料に「エアブラスト」ノズルを使用すると、以下に記載するベンチュリー要素に供給する前に、燃料を空気と初期混合するという利点がある。従って、本発明の燃焼システムは液体燃料又はエアブラスト燃料ノズルの使用に制限されず、気体燃料及び渦流型ノズルのような他の型の燃料ノズルも使用することができる。

【0025】燃料/空気プレミキサー60は、さらに燃料/空気プレミキサーハウジング組立体62の内に配置されたベンチュリー入口70、及び吸入ポート43に連結するベンチュリー出口72を有するベンチュリー68の形状の混合チャンパー手段を有する。ベンチュリー68は流れ方向軸線74を有し、燃料ノズル64は軸線74に沿って実質的にベンチュリー入口70に燃料スプレーを送給するように位置する。ベンチュリーチャンパー内で燃料と圧縮空気を激しく完全に混合し、かつ矢印76により概略的に示すように混合物をベンチュリーの軸線74に沿って燃焼域54に導くように、ベンチュリー68の流路の断面積及び寸法を選択する。混合物の最小速さ(アイドリング時の速さ)が燃料/空気混合物の炎伝播速度より大きくなるように、ベンチュリー出口72の流れ面積を選定しなければならない

い。参照番号78により概略的に示すような炎保持手段は、燃焼域54内での燃焼の安定性を向上させるためにベンチュリー出口72付近に設けてもよい。

【0026】図2に最もよく示すように、ベンチュリーの軸線74がハウジングの軸線42に対して実質的に接線方向を向くように混合ベンチュリー68が配置されているので、吸入した燃料/空気混合物は燃焼域54内で軸線42の回りに渦巻く。以下に一層詳細に記載する好ましいプレミキサー構造から分かるように、単一燃料ノズルより供給を受ける単一の燃料/空気プレミキサーのみを使用することにより、燃焼チャンバー52に適切に燃料/空気混合物を供給することができる。しかし、特に燃焼チャンバー52の半径方向厚さ(軸線42から測定)がその外径に対して小さい場合に、複数の燃料/空気プレミキサーを使用してもよい。

【0027】さらに本発明では、圧縮空気供給源と燃料/空気プレミキサーとを連結するために圧縮空気導管手段が設けられており、燃料/空気プレミキサーは、圧縮空気流の一部をプレミキサー圧縮空気吸入手段に送給するとともに、圧縮空気流の実質的な残部を希釈用空気を希釈域に送給するための開口部手段に送給する。本明細書で具体的に説明するように(図1を参照)、参照番号80により一般的に示す圧縮空気導管手段は、加圧ハウジング14とハウジング40との間に配置されたほぼ環状の流路82を有する。流路82は、圧縮空気吸入プレナム30とリング状プレナム84との間に延在し、タービンの排気セクションに隣接する加圧ハウジング14の一部として形成されている。上記の通り、燃料/空気プレミキサーハウジング組立体62は、プレナム84から圧縮空気をベンチュリー入口70に吸入するように連結されている。図示したプレナム84は環状断面を有するが、他の形状及び位置も本発明の範囲内である。

【0028】図1から明らかなように、流路82を流れる圧縮空気がハウジング40(特に最高の燃焼温度が予想される燃焼域54を直に囲むハウジング部分86)を冷却するように、流路82は構成されている。ハウジング40の部分86は対流冷却だけを行えばよく、境膜冷却の必要がない。すなわち、ハウジング40の部分86において、流路82内を流れる圧縮空気は燃焼域54中で燃焼している燃料/空気混合物から隔離されている。この構造のために、燃焼域54中で混合物の燃料/空気比を良く制御することができ、かつ所望の希薄燃料/空気比を有する「単段燃焼器」として作動することができる。そのような作動により、 NO_x 、未燃焼燃料及び燃料副生物のレベルを低下することができる。以下に検討するように、本発明の燃焼器システムの特有の構造により、他の従来の燃焼システムと比較すると NO_x のレベルが非常に低くなる。

【0029】流路82は実質的に燃焼チャンバー52を包囲し、燃焼域54を対流冷却するとともに、希釈ポート58a及び58bに圧縮空気を供給する。図1に示すように、流

路82はまた、タービン20に隣接する加圧ハウジング14の部分の冷却するために圧縮空気流を導くチャネル82aを有してもよい。タービン入口案内ベーン34は、境膜冷却された入口案内ベーンでよく、また流路82又は82aから圧縮空気の供給を受けてもよい。また、圧縮空気導管手段80は、特に液体燃料用ノズルを使用する場合、圧縮空気吸入プレナム30とエアブラスト燃料ノズル64とを連結する別の流路88を有することができる。

【0030】図1に関連した上記説明から明らかなように、圧縮空気導管手段80は、燃料/空気プレミキサー60に圧縮空気流の一部を導くとともに、圧縮空気流の実質的な残部を希釈ポート58a及び58bに導く。燃料/空気プレミキサー及び希釈ポートのいずれにも導かれない圧縮空気流(すなわち、入口案内ベーン34を冷却するために使用する空気)は非常に少量で、いずれにしてもタービン20に入る前に排気ガスをさらに僅かに希釈するだけである。

【0031】さらに本発明では、プレミキサーに供給する圧縮空気の流量を定めるために、弁手段が圧縮空気流路内に配置されている。本明細書で具体的に説明するように(図1を参照)、プレナム84からベンチュリー入口70に入る圧縮空気の流量を定めるために、燃料/空気プレミキサーハウジング組立体62内に弁90が設けられている。弁90は連続的に調整可能であり、弁90の適当な構造は本発明の燃料/空気プレミキサーの好ましい構造の記載に関連して、以下に一層詳細に検討する。弁穴が変化すると、プレミキサー60に圧力低下が起こり、希釈域への空気の質量流れの増加又は減少が生じる。このように、この変更及び空気流の分割は燃焼器の外側で起こる。

【0032】図3は、別の形状の圧縮空気導管手段を有する燃焼器システム110を示す。図1及び図2の実施例と同じ又は類似の作用を有する構成要素には、「100」から始まる以外同じ参照番号を付与する。図3において参照番号180で一般的に示す圧縮空気導管手段中で、圧縮空気捕集プレナム130とハウジング140を囲む環状流路182との間に分配導管181を設け、燃料/空気プレミキサーハウジング組立体162は、流路182の上流で分配導管181に直接連結している。燃料/空気プレミキサーハウジング組立体162と分配導管181との間の連結部に弁190が設けられており、空気流は燃料/空気プレミキサー160に流入する第一の部分と、分岐導管部分181aを経て流路182に流れる残部とに分割される。図1の実施例(プレミキサーに流入する圧縮空気の実質的に全ての部分はまず燃焼チャンバー52を形成するハウジング部分86の少くとも一部を冷却するために使用される)と比べて、燃料/空気プレミキサー160に流入する圧縮空気のどの部分も、燃焼域152を形成するハウジング140の部分186を冷却するために使われない。しかし、図3の実施例により、希釈ポート158a及び158bに流入する圧縮空

気流部分に対して、燃料／空気プレミキサーに流入する圧縮空気部分を直接制御することができる。それでも、図 1 に示す形状の方が、種々の構成要素、主に弁を燃料／空気プレミキサーハウジングと直接一体化できる燃料／空気プレミキサー（以下に一層詳細に説明する）の組み立てが容易であるという理由で好ましいとすることができる。

【0033】さらに本発明では、燃料供給源をプレミキサー燃料吸入手段に連結させるために、燃料導管手段が設けられている。燃料導管手段は、プレミキサー燃料吸入手段とともに、プレミキサーに流入する全ての燃料用の流路を形成する。燃料弁手段は、燃料の流量を定めるために燃料流路内に配置される。本明細書で具体的に説明するように（図 1 を参照）、燃料ライン 66 は燃料ノズル 64 と燃料供給源 32 とを連結している。燃料弁 92 は、燃料ノズル 64 の直ぐ上流で燃料ライン 66 中に配置されており、燃料ノズル 64 は上記の通り液体燃料とともに使用するのに特に好適な「エアブラスト型」燃料ノズルとして示している。

【0034】さらに本発明では、プレミキサーに送給する圧縮空気部分及び燃料のそれぞれの流量を実質的に制御して、吸入ポートより燃焼域に所定の希薄燃料／空気比の混合物を送給するために、燃焼器システムは圧縮空気弁手段及び燃料弁手段の両方に連結している制御手段を有する。本明細書で具体的に説明するように（図 1 に概略的に示す）、機械式又は電気式（例えば、マイクロプロセッサ）のいずれでもよいコントローラー 94 は、圧縮空気弁 90 と連結し、直接ベンチュリー入口 70 に流入する圧縮空気の流量を実質的に制御する。エアブラスト・ノズルを使用する場合、燃料／空気プレミキサー 60 に流入する全圧縮空気の僅かな部分（典型的には 5% 以下）を導管 88 を経て送給することができ、圧縮空気流の残部 95% 以上を弁 90 により制御することにより、適当な全燃料／空気比の制御を達成することが期待できる。さらに、以下の実施例に示す天然ガスのような気体燃料を使用する場合には、燃料／空気プレミキサーに流入する圧縮空気流の全てを圧縮空気流弁で制御するように、導管 88 を省略することができる。

【0035】また図 1 に示すように、コントローラー 94 は燃料弁 92 に接続し、燃料ノズル 64 に流入する燃料の流量を測定する。コントローラー 94 は燃料／空気プレミキサー 60 に流入する燃料流及び圧縮空気流の両方を制御し、もって可燃性混合物の質量流れが負荷の関数として変化するように、ガスタービンエンジン・モジュールの全作動期間中に単一の所定の燃料／空気比の混合物を達成することができる。あるいは、コントローラー 94 を、負荷の関数として一連の所定の燃料／空気比の混合物を提供するように構成することもできる。当業者は文献の記載及び公知の知識に基づき特定の用途の適当なコントローラーを選び出して、採用することができる。

【0036】図 1 及び図 2 を参照して、運転中には圧縮空気吸入手段 30 から来る圧縮空気を流路（包囲部）82 を介してハウジング 40 の外面上に導き、ハウジング 40（特に燃焼域 54 を囲むハウジング部分 86）を冷却する。流路 82 内を流れる圧縮空気の一部はプレナム 84 に入り、次にコントローラー 94 を介して圧縮空気弁 90 により制御される燃料／空気プレミキサーハウジング組立体 62 とプレナム 84 との間の連結部を経て、燃料／空気プレミキサー 60 に流入する。ベンチュリー 68 では、圧縮空気部分は、燃料ノズル 64 から出る燃料（ノズル 64 が「エアブラスト」型ノズルである場合には、圧縮空気の少量の追加部分を含む）と混合され、ベンチュリーの軸線 74 に沿って吸入ポート 43 を経て燃焼チャンバー 52 の燃焼域 54 に入る。

【0037】図 2 に示すように、ハウジングの軸線 42 に対してベンチュリーの軸線 74 は接線方向を向いているので、燃焼域 54 内に渦巻状の燃焼が起こる。入口案内ベーンにより若干空力学的アンローディングを行うために、ベンチュリーの軸線 74 の方向を、タービンの回転方向に対して特定の角度（時計回り又は反時計回り）となるように選択する。図 1 及び図 2 に示す形状（方向 A A から見て燃焼域 54 内で時計回り方向に渦巻く燃焼を達成するように燃料／空気混合物を吸入する）に対しては、タービン 20 の回転方向も時計回り方向でよい。燃焼域 54 内で燃料／空気混合物が燃焼して生成した熱い排気ガスは、希釈域 56 に入り、チャンネル 50 を通って入口案内ベーン 34 を経てタービン 20 に入り、そこで膨張することにより仕事をし、その前に希釈ポート 58a 及び 58b から来る希釈用空気により平均温度が低下する。

【0038】本発明の燃焼システムによる燃焼の制御は、燃料と燃料／空気プレミキサーの燃焼チャンバーの外側の空気とを完全に混合することにより行うもので、液体燃料を使用する場合燃料を完全に蒸発させるとともに、燃焼チャンバーに送給する混合物の燃料／空気比を制御し、上記の通り NO_x レベル及び未燃焼燃料及び燃料副生物のレベルを著しく低減することができる。さらに、タービンの上流で燃料を燃やすか、あるいは排気ガスを薄めるために圧縮空気流の実質的に全量を使用すると、燃焼器のピーク温度が著しく低下し、もって燃焼器ライナーの寿命が伸びる。

【0039】上記の通り、本発明の好ましい燃料／空気プレミキサーは、圧縮空気吸入手段と、空気流平滑化手段を有する圧縮空気吸入手段に連結する入口を有するベンチュリーと、燃料スプレーを実質的にベンチュリーの軸線に沿ってベンチュリー入口に送給するように位置する出口を有するノズルを具備する燃料吸入手段と、圧縮空気吸入手段と連動してベンチュリー入口に入る圧縮空気の流量を定める弁手段とを有する。図 4 を参照して具体的に記載するように、燃料／空気プレミキサー 260 は、ハウジング組立体 262 の形状の空気吸入手段を有する。

【0040】図1及び図2の実施例のものと同様の作用を有する構成要素は、200代の同じ参照番号により示す。ハウジング組立体262は、ハウジング300と、ガスタービンエンジン・モジュール212の加圧ハウジング214にハウジング300を取り付けるためのハウジング支持体302とを有する。ハウジング支持体302は中空で、ハウジング300及びそこに含まれた構成要素を支持する他に、プレナム284からハウジング300に圧縮空気を導く作用をする。図4に示す構造において、ライナー部材303は燃焼チャンバーハウジング240と加圧ハウジング214との間に位置し、燃焼域254の境界を形成するハウジング240の部分286の少くとも近傍に流路282を形成する。ライナー部材303はまた、加圧ハウジング214とともに、圧縮空気の一部を集めてハウジング支持体302を経てハウジング300に最終的に送給するためのプレナム284を形成する。

【0041】続けて図4を参照すると、燃料/空気プレミキサーハウジング300は、分割板308によりそれぞれ上流及び下流のコンパートメント304、306に分割されている。開口部310は分割板308に設けられており、開口部310内にバタフライ型弁板290が回転自在に取り付けられている。図4の実施例において、開口部310内での弁板290の方向は、流れの妨害度及びそれによる圧力の低下度を選択するように、制御アーム312（図5参照）により制御される。図5及び図6に示す弁板290の方向では、弁板290が分割板308に対して垂直（図6に示す角度キャリブレーション板（インジケータ）314のゼロ設定に対応する）に向き、最小限の流れの妨害しか生じない。インジケータ314上の両方の位置9に対応する制御ロッド312の位置は、開口部310内を流れる圧縮空気部分に最大の流れの妨害及び圧力低下を起こす。当業者に明らかなように、流れの妨害度及びそれによる上流のコンパートメント304と下流のコンパートメント306との間における圧縮空気流の制御は、ゼロ位置と位置9との間で制御棒312の角度方向を変えることにより変えることができ、もって燃料/空気プレミキサー260のバランス点に圧縮空気流量を制御することができる。

【0042】分割板308は、ベンチュリー268の入口270が取り付けられている追加の開口部316を有する。分割板308の平らな上面とベンチュリー入口270の内面との間にスムーズな送給が起こるように、ベンチュリー入口270は構成され、分割板308に取り付けられている。ベンチュリー268は、上流のハウジング・コンパートメント304、ハウジング支持体302、加圧ハウジング214及び燃焼器チャンバーライナー303を経て延在し、吸入ポート243の位置でハウジング240に連結している。図1に示す実施例に関して上記したように、ベンチュリー268内の燃料/空気混合物の流れ方向に一般的に対応するベンチュリーの軸線274は、環状燃焼チャンバーハウジング240の軸線（図示せず）に対して、実質的に接線

方向に吸入するように配向している。

【0043】続いて図4を参照すると、燃料ノズル264は下流のコンパートメント306に取り付けられており、燃料ノズル出口318はベンチュリーの軸線274に沿ってベンチュリー入口270に燃料スプレーを送給するように位置する。燃料ノズル264は、出口318より燃料スプレーを出す前に圧縮空気のいくらかを導き、燃料ポート324より入る燃料を渦巻かせるために、ポート320及び渦流ベーン322を使用する渦流スプレー型である。また図4に示す多孔流れ平滑化要素326は、下流のコンパートメント306内に位置し、燃料ノズル出口318及びベンチュリー入口270を囲み、ベンチュリー内の不均等な速さ及び分離を防止する（さもなければ、ベンチュリー内で炎保持が起こる）。多孔要素326を具備すると僅かな圧力低下が起こるが、多孔要素326は、ベンチュリー入口270のリップ部において分離を起こすことなく、下流のコンパートメント306から燃料ノズル264を経てベンチュリー入口270までいく圧縮空気流を安定化することがわかった。

【0044】図7は、図4～図6に示す好ましい燃料/空気プレミキサーの商業的な変更例（参照番号360で一般的に示す）を示す。図1及び図2の実施例に関して記載したものと同一又は類似の性能を有する構成要素は、300代で始まる同じ参照番号により示す。燃料/空気プレミキサー360は、分割板408の表面より僅かに上に延在する入口370を有するベンチュリー368を有する。また、燃料ノズル出口418は、ベンチュリー入口370まで延在する。燃料ノズル364の最適な性能は、ベンチュリー368（また図4～図6に示す変更例ではノズル264及びベンチュリー268）と関連して、用途ごとに異なることがあり、またベンチュリーの軸線374に沿ってベンチュリー入口370の近傍に設ける燃料ノズル出口418を最適な位置に調節することができることは、当業者であれば容易に分かる。図7の実施例の場合も、多孔スクリーン要素426を使用すると流れが安定化する。最後に、図7に示す実施例は、一体的なベル型のハウジング400を使用するもので、図4に示す構造に匹敵する燃料/空気プレミキサーの構造の改良例である。

【0045】

【実施例】

実施例

本発明の環状燃焼器システムの性能を評価するために、図4～図6に示す環状燃料/空気プレミキサーを有する環状燃焼器を、空気及び気体燃料（天然ガス）の外部供給源を使用することにより大気内でテストした。表1は、テストに使用した装置の重要な寸法値を示す。

【0046】表1

| | |
|------------|---|
| 燃焼チャンバーの容積 | $\cdot \cdot \cdot 12.3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ |
| 燃焼域の外径 | $\cdot \cdot \cdot 0.346 \text{ m}$ |
| 燃焼域の内径 | $\cdot \cdot \cdot 0.200 \text{ m}$ |

ハウジングの軸線からベンチュリーの軸線までの半径方向距離・・・0.124 m

ベンチュリーの直径

喉部・・・45mm

出口・・・75mm

多孔要素の各穴の直径及びピッチ・・・ $\phi 3.75\text{mm} \times 5\text{mm}$

【0047】テストは、アイドリング及びフル作動に対*

表2

天然ガスのBTU比 (MJ/kg)

燃料流量 (g/s)

全空気流量 (g/s)

燃料/空気比

圧縮空気の入口温度 (°C)

全圧力損失 (%)

全空気因子 (factor)

パターン因子 (%)

15%O₂ 時のNO_x (ppm)

【0049】上記データは著しく低いNO_x放出レベルを示すが、このレベルは、高圧作動時に換算しても、プレミキサーを使用する従来のガスタービンエンジン・モジュール燃焼器システムの典型的な値より十分に低い。

G. Leonard et al., "Development of Aero Derivative Gas Turbine DLE Combustion System" (空力学的ガス・タービンDLE燃焼システムの開発)、Diesel And Gas Turbine Worldwide、1993年5月、22頁及び24頁を参照。

【0050】本発明の環状燃焼器システム、燃料/空気プレミキサー装置及び作動方法の上記詳細な記載から、本発明の精神を逸脱することなく変更をすることができることは、当業者には明らかである。従って、本発明の範囲は、本発明に記載の具体的な実施例に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲の欄及びその均等物により決定される。

【図面の簡単な説明】

本明細書の一部を構成する添付図面は本発明の好ましい実施例を示し、本明細書の記載とともに、本発明の原理を説明する。

【図1】 本発明の燃焼器システムを使用するガスタービンエンジン・モジュールを概略的に示す断面図である。

【図2】 図1において示す装置の方向AAから見た概略端面図である。

【図3】 図1において示す燃焼器システムの代替物を有するガスタービンエンジン・モジュールを概略的に示す断面図である。

【図4】 図1の装置の好ましい燃料/空気プレミキサーのテスト版を詳細に示す断面図である。

【図5】 図1の装置の好ましい燃料/空気プレミキサ

* 応ずる流れ状態の時に行った。所定の燃料/空気比を達成する流量は、制御手段を使用しないで手動で圧縮空気弁290及び燃料弁(図示せず)をセットすることにより定めた。表2は、テストに用いた燃料及び圧縮空気の流量及び他の重要なパラメータ、及びNO_xレベルの測定値及びCOの大凡の放出レベルを示す。

【0048】

アイドリング時 フル作動時

38.02 38.02

2.45 3.12

183 160

0.033 0.033

376 430

5 3

2.3 2.3

11 8

5 3

一のテスト版を詳細に示す断面図である。

【図6】 図1の装置の好ましい燃料/空気プレミキサーのテスト版を詳細に示す断面図である。

【図7】 図4～図6の燃料/空気プレミキサーの変更例(エンジン版)を詳細に示す断面図である。

【符号の説明】

10・・・燃焼器システム

12・・・ガスタービンエンジン・モジュール

14・・・加圧ハウジング

16・・・シャフト

18、42、74・・・軸線

20・・・ラジアルタービン

22・・・遠心圧縮器

30・・・プレナムチャンバー

32・・・燃料供給源

40・・・ハウジング

43・・・吸入ポート

48・・・排出ポート

50・・・チャンネル

52・・・燃焼チャンバー

56・・・希釈域

58a、58b・・・開口部

60・・・プレミキサー

62・・・圧縮空気吸入ハウジング組立体

64・・・燃料ノズル

66・・・燃料ライン

68・・・ベンチュリー

70・・・ベンチュリー入口

72・・・ベンチュリー出口

80・・・圧縮空気導管手段

82・・・流路

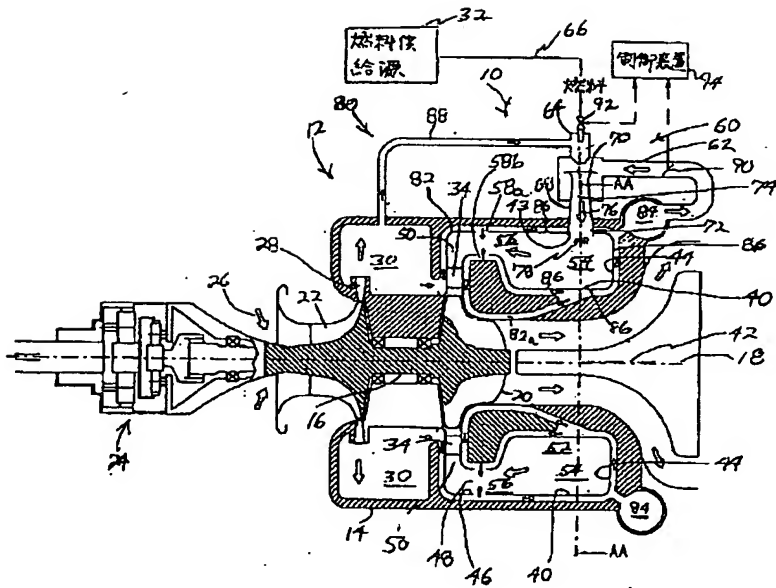
84・・・プレナム

* 92・・・燃料弁

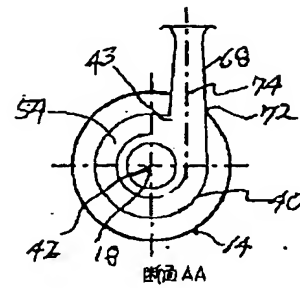
90・・・弁

* 94・・・制御装置

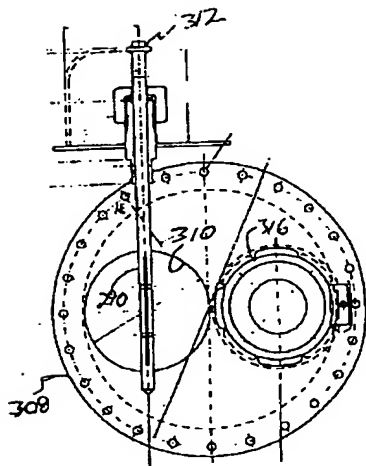
【図1】



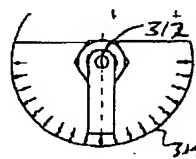
【図2】



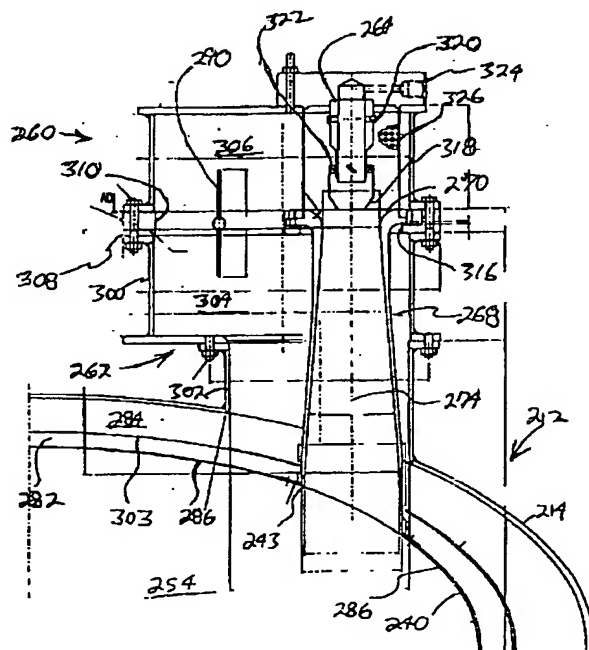
【図5】



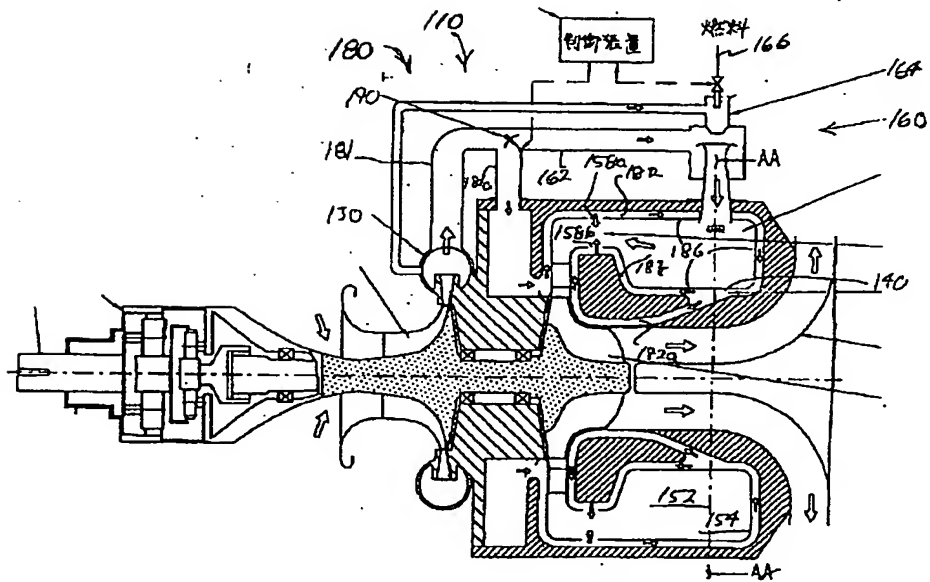
【図6】



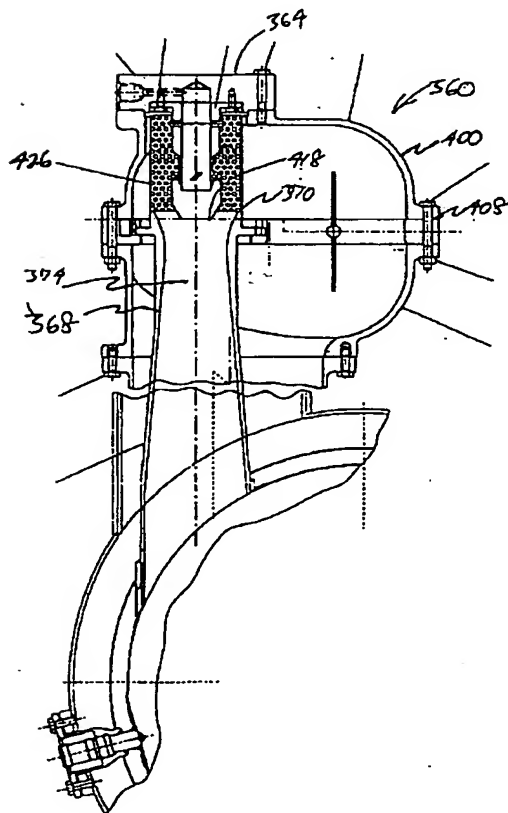
【図4】



【図3】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成6年7月8日

【手続補正1】

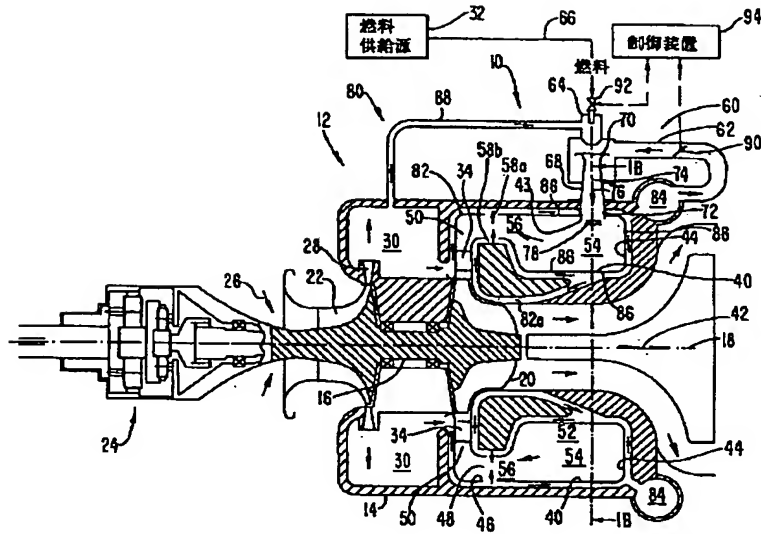
【補正対象書類名】図面

* 【補正対象項目名】全図

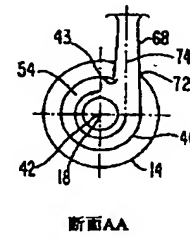
【補正方法】変更

* 【補正内容】

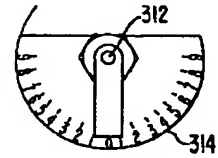
【図1】



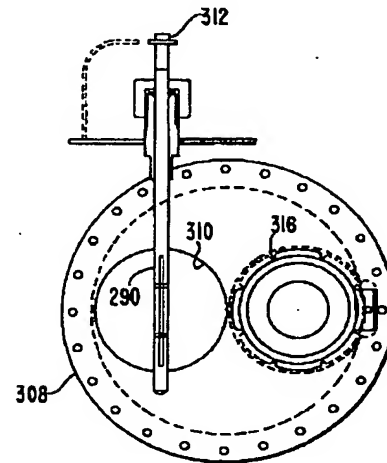
【図2】



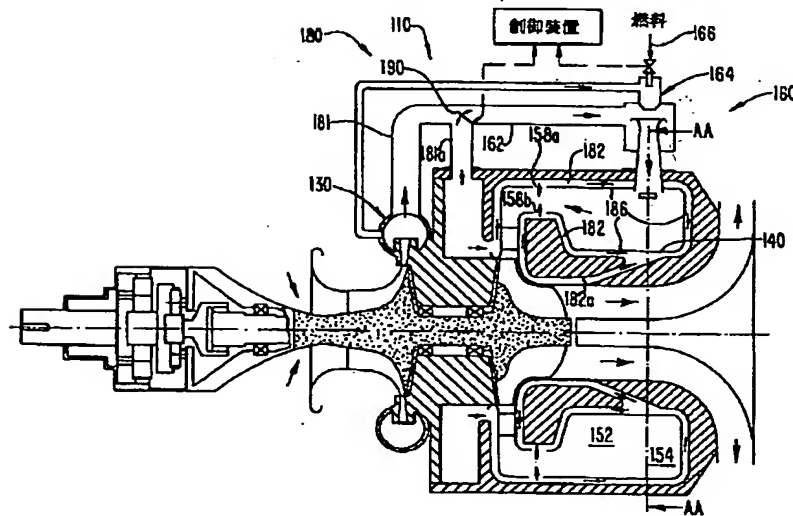
【図6】



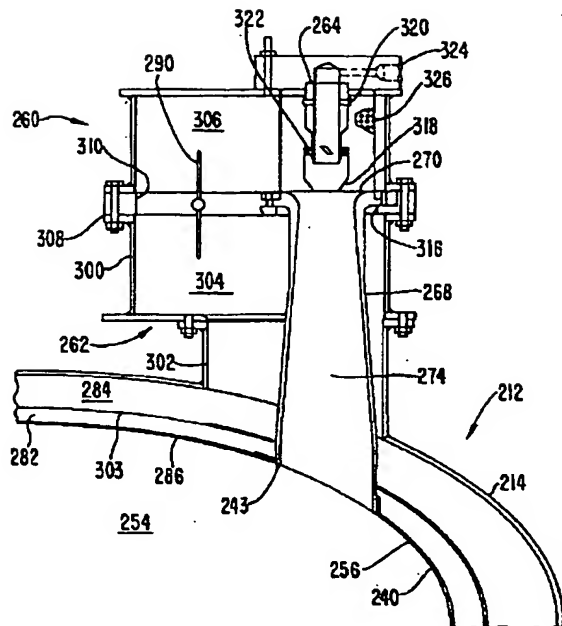
【図5】



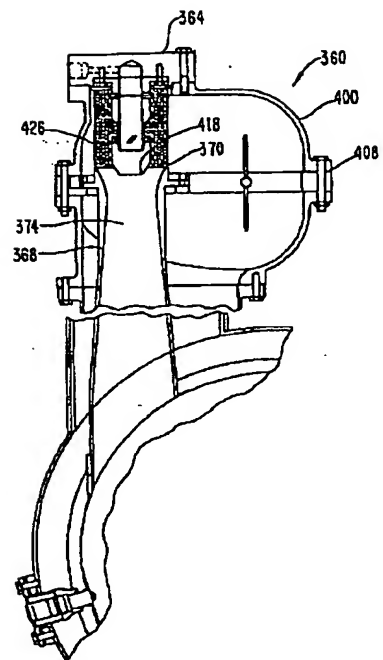
【図3】



【図 4】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

F 2 3 R 3/26
 3/28
 3/30

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B

C